

Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi
Vol. 6, No. 2; 2018

P-ISSN 2338-5006
E-ISSN 2654-4571

KAJIAN MISKONSEPSI MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI FPMIPA IKIP MATARAM TENTANG EVOLUSI

Laras Firdaus¹, Taufik Samsuri²

^{1&2}Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPA, IKIP Mataram, Indonesia

E-mail : larasfirdaus@ikipmataram.ac.id

ABSTRAK: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menjelaskan kesalahan konsep evolusi mahasiswa FPMIPA IKIP Mataram. Mengetahui kesalahan konsep atau miskonsepsi merupakan titik awal untuk mendesain pembelajaran yang lebih baik guna mengeliminasi kesalahan konsep tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif survey. Responden dalam penelitian ini sebanyak 50 mahasiswa jurusan biologi FPMIPA IKIP Mataram yang sudah menempuh matakuliah evolusi. Data diperoleh menggunakan kuisioner yang terdiri dari 10 pernyataan, dan kemudian ukuran tingkat miskonsepsi mahasiswa tentang evolusi dianalisis menggunakan *certainty of response index* (CRI). Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang evolusi, atau memiliki pemahaman yang rendah tentang evolusi, sehingga disarankan juga untuk melengkapi sumber pustaka atau sumber belajar bagi mahasiswa, yang dalam hal ini adalah buku atau handout yang sesuai (bebas miskonsepsi), dengan harapan mahasiswa akan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang evolusi.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Evolusi.

ABSTRACT: The purpose of this study is to identify and explain the evolutionary concept errors of FPMIPA IKIP Mataram students. Knowing misconceptions or misconcepts is a starting point for designing better learning to eliminate these misconceptions. This research is a descriptive survey research. Respondents in this study were 50 students majoring in biology FPMIPA IKIP Mataram who had taken the evolution course. Data were obtained using a questionnaire consisting of 10 statements, and then measures of the level of students' misconceptions about evolution were analyzed using a *certainty of response index* (CRI). Based on the results of this study it was concluded that students experience misconceptions about evolution, or have a low understanding of evolution, so it is also suggested to supplement the literature sources or learning resources for students, which in this case are books or handouts that are suitable (free of misconceptions), with the hope students will have a better understanding of evolution.

Keywords: Misconceptions, Evolution.

PENDAHULUAN

Dahar dalam Putri dan Priyandoko (2017), menyatakan bahwa prakonsepsi merujuk pada konspepsi atau ide yang dimiliki sebelum proses pembelajaran. Kose (2008) menyatakan bahwa kesalahan konsep merupakan kesalahan seseorang dalam memahami suatu konsep yang berbeda dengan pandangan atau konsep ilmiah (Kose, 2008; Keskin & Kose, 2015). Miskonsepsi disebabkan oleh proses pembelajaran (guru), metode pembelajaran, dan interpretasi konsep yang berbeda-beda (Chanarosi; Saehana & Kasim; Athanasiou & Mavrikaki; Borgerding, Klein & Eibel dalam Putri dan Priyandoko, 2017).

Mengidentifikasi kesalahan konsep yang terjadi merupakan bagian yang sangat penting dalam pembelajaran pemahaman konsep. Dalam proses pembelajaran usaha untuk mengeliminasi kesalahan konsep merupakan bagian yang sangat mendasar (Atilboz dalam Keskin & Kose, 2015), dan membantu mahasiswa memahami konsep evolusi secara baik berkorelasi dengan



pemahannya mengenai fenomena yang terjadi di alam serta proses atau faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya fenomena (Ya basan and Gülçiçek dalam Keskin & Kose, 2015).

Evolusi merupakan salah satu teori yang berkembang di abad 19, dan Darwin tidak bisa dipisahkan darinya. Perjalanan panjang perkembangan evolusi menyebabkan evolusi diakui sebagai ilmu yang ilmiah, dan diajarkan baik di sekolah maupun di perguruan tinggi. Dalam buku *on the origin of species*, Darwin menekankan seleksi alam sebagai mekanisme evolusi. Secara alami tidak ada organisme yang sama, sehingga Darwin menyatakan bahwa variasi yang terjadi antar organisme, bukan karena organismenya yang memang berbeda, tetapi dipengaruhi oleh karakteristik internal yang diwariskan induk (tetua) ke generasinya (*offspring*), sehingga Richards (2010) menyatakan bahwa, evolusi Darwin menerangkan tentang variasi antar organisme. Variabilitas organisme/spesies antar populasi menunjukkan tidak ada sekumpulan karakteristik semua organisme/spesies dalam satu populasi, atau spesies yang sama pada populasi yang berbeda yang berasosiasi dengan waktu tertentu, dan perubahan atau variabilitas organisme atau spesies terjadi secara bertahap (*gradual*).

METODE

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menjelaskan kesalahan konsep evolusi mahasiswa FPMIPA IKIP Mataram. Mengetahui miskonsepsi tentang evolusi yang terjadi pada mahasiswa, diperoleh gambaran tentang usaha untuk mengajarkan evolusi secara baik, sehingga mahasiswa mendapat pemahaman yang baik tentang evolusi.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif survey. Responden dalam penelitian ini sebanyak 50 mahasiswa jurusan biologi FPMIPA IKIP Mataram yang sudah menempuh matakuliah evolusi. Data diperoleh menggunakan kuisioner yang terdiri dari 10 pernyataan, dan kemudian ukuran tingkat miskonsepsi mahasiswa tentang evolusi dianalisis menggunakan *certainty of response index* (CRI), karena metode atau teknik CRI banyak digunakan dalam ilmu sosial khususnya dalam penelitian survey.

Masing-masing item pertanyaan atau pernyataan terdiri dari jawaban benar dan salah. Setelah responden memberikan jawaban pada salah satu jawaban yang ada (benar, salah), kemudian responden memberikan alasan terhadap jawaban yang dipilihnya dengan cara memberikan tanda cek () pada kolom CRI, yaitu yaitu tidak tahu (1), menebak (2), sangat tidak yakin (3), tidak yakin (4), yakin (5), dan sangat yakin (6). Jika suatu item pernyataan menginginkan jawaban benar, dan mahasiswa memilih pilihan benar, kemudian memberikan alasan dengan memberikan rentang 1 sampai 4 pada kolom CRI berarti mahasiswa mengalami miskonsepsi, atau dengan lain pernyataan, demikian juga sebaliknya, Jika suatu item pernyataan menginginkan jawaban salah, dan mahasiswa memilih pilihan salah, kemudian memberikan alasan dengan memberikan rentang 1 sampai 4 pada kolom CRI menunjukkan mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang suatu konsep.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada item **nomor 1** (evolusi merupakan teori tentang asal usul makhluk hidup), semua mahasiswa menjawab benar, dengan persentase CRI yaitu, 38% (yakini) dan 62% (sangat yakini). Respon yang diberikan oleh mahasiswa tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang definisi evolusi. Lwein dan Foley menyatakan bahwa evolusi tidak berkaitan dengan asal usul makhluk hidup, tetapi evolusi bermakna perubahan dari waktu ke waktu, atau perubahan materi genetik dari generasi ke generasi (National Academy of Sciences, 2008). Sehingga Solomon, Berg & Martin (2011), menyatakan bahwa evolusi berkaitan dengan perubahan frekuensi gen dalam suatu populasi dari waktu ke waktu.

Pada item **nomor 2** (evolusi merupakan teori yang tidak dapat dibuktikan dan diaplikasikan), sebanyak 38 mahasiswa menjawab benar, dengan persentase CRI yaitu 14% (menebak), 6% (sangat tidak yakini), 16% (tidak yakini), 22% (yakini), dan 18% (sangat yakini), dan 12 mahasiswa menjawab salah dengan persentase CRI, 2% (tidak tahu), 4% (menebak), 4% (sangat tidak yakini), 6% (yakini), dan 4% (sangat yakini). Berdasarkan respon yang diberikan mahasiswa tersebut untuk item nomor 2 ini, terdapat 45 mahasiswa yang mengalami miskonsepsi, atau terdapat 5 mahasiswa (10%) yang memahami konsep bahwa evolusi bukanlah teori yang tidak dapat dibuktikan dan diaplikasikan.

Evolusi sama dengan ilmu yang lain, yaitu dibangun berdasarkan kaidah atau metode ilmiah. Fangerau *et al.* (2013), menyatakan bahwa berdasarkan kajian yang dilakukan Darwin tentang alam menunjukkan bahwa Darwin telah membangun sebuah ilmu (*make a science*) dan filsafat biologi, sama dengan apa yang dilakukan oleh ilmuan-ilmuan terdahulu, seperti Robert Hooke yang menemukan sel dengan menggunakan mikroskop, Linnaeus dengan sistem klasifikasinya, Konrad Lorenz atau Karl Popper. Evolusi sebagai ilmu tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga dapat dibuktikan diaplikasikan. Senada dengan Fangerau *et al.* (2013), menyatakan bahwa Darwin merupakan pengamat yang baik. Dalam buku *on the origin of species* tersebut, Darwin meletakkan dua prinsip dasar evolusi, yaitu pewarisan yang dimodifikasi, dan seleksi alam. Prinsip pewarisan yang dimodifikasi diperkuat oleh temuan Mendel melalui dua hukum genetika, meskipun istilah gen itu sendiri tidak ditemukan oleh Darwin dan Mendel, melainkan oleh Johannsen (Johannsen, 2014).

Sebanyak 42 mahasiswa menjawab benar item **nomor 3** (manusia tidak mengalami evolusi), dengan persentase CRI, 12% (tidak tahu), 2% (menebak), 8% (sangat tidak yakini), 4% (tidak yakini), 14% (yakini), 34% (sangat yakini), dan 8 mahasiswa menjawab salah dengan persentase CRI, 6% (menebak), dan 10% (sangat tidak yakini). Respon mahasiswa terhadap item nomor 3 ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami miskonsepsi, atau dengan lain pernyataan dari 50 responden atau mahasiswa, terdapat 24 mahasiswa yang memahami bahwa manusia tidak mengalami evolusi dengan persentase CRI sebesar 48% yang 14% (yakini) dan 34% (sangat yakini). Item nomor 3 ini berkaitan dengan item nomor 1 (evolusi merupakan teori tentang asal usul makhluk hidup), atau definisi evolusi, meskipun item nomor 3 ini terapat 24 mahasiswa



yang dapat memahami manusia tidak mengalami evolusi, sehingga pemahaman mahasiswa terhadap item nomor 1 dan 3 dapat dinyatakan tidak konsisten. Manusia tidak mengalami evolusi meskipun secara fisik terjadi perubahan pada manusia itu sendiri, seperti perubahan dari zigot sampai menjadi individu, tetapi bukan perubahan tersebut bukanlah perubahan yang dimaksudkan dalam evolusi, melainkan perubahan materi genetik dari waktu ke waktu.

Pada item **nomor 4** (seleksi alam sebagai mekanisme evolusi terjadi secara acak), terdapat sebanyak 34 mahasiswa menjawab benar dengan persentase CRI, 4% (sangat tidak yakin), 12% (tidak yakin), 18% (yakin), 34% (sangat yakin), dan 16 mahasiswa menjawab salah dengan persentase CRI, 4% (menebak), 6% (sangat tidak yakin), 8% (tidak yakin), 8% (yakin), dan 6% (sangat yakin). Berdasarkan respon mahasiswa ini, sebanyak 7 responden atau mahasiswa memahami konsep bahwa seleksi alam sebagai mekanisme evolusi tidak terjadi secara acak, atau sebesar 14% dari seluruh responden. Darwin dalam Gregory (2009) menyatakan bahwa jumlah populasi yang melimpah dan keterbatasan sumberdaya menyebabkan organisme dalam populasi tersebut untuk berjuang mempertahankan hidupnya, dan organisme yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik akan dapat mempertahankan kehidupannya. Pernyataan Darwin dalam Gregory (2009) tersebut mengindikasikan bahwa organisme dalam kondisi tersebut harus mampu beradaptasi, atau dengan lain pernyataan, adaptasi merupakan mekanisme untuk mempertahankan kehidupan (*struggle for existence*), sehingga dengan demikian adaptasi merupakan filter bagi proses acak, sehingga organisme yang dapat beradaptasi yang akan dapat mempertahankan kehidupannya (*survive*), dan dengan demikian, seleksi alam tidak bersifat acak (*random*).

Terhadap item **nomor 5** (seleksi alam terjadi pada tingkat individu), sebanyak 45 mahasiswa menjawab benar dengan masing-masing persentase CRI yaitu, 18% (tidak yakin), 24% (yakin), dan 48% (sangat yakin), sedangkan 5 mahasiswa menjawab salah dengan persentase CRI sebesar 4% (menebak) dan 6% (sangat tidak yakin). Respon yang diberikan oleh mahasiswa terhadap item nomor 5 ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi. Secara tradisional bahwa teori evolusi Darwin terjadi pada tingkat individu, tetapi dalam perkembangannya, bahwa konsep tersebut berubah, bahwa evolusi terjadi pada tingkat populasi (Sarkar & Plutynski, 2008). Pernyataan Mayr, Sarkar & Plutynski ini dapat dipahami bahwa ukuran dalam proses evolusi adalah kelompok (populasi), misalnya dalam suatu populasi terjadi perubahan pada satu organisme, maka perubahan pada organisme tersebut tidak dinyatakan sebagai perubahan evolusi, karena tidak representatif terhadap ukuran populasi.

Sebanyak 48 mahasiswa menjawab benar item **nomor 6** (sifat atau karakteristik yang diperoleh selama hidupnya akan diwariskan ke generasinya) dengan distribusi persentase CRI, 8% (menebak), 38% (yakin), dan 50% (sangat yakin), sedangkan mahasiswa yang lain (2 mahasiswa) menjawab salah dengan masing-masing persentase CRI, 2% (tidak tahu), dan 2% (tidak yakin). Respon mahasiswa terhadap item nomor 6 ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi, atau dengan lain pernyataan, mahasiswa menganggap bahwa



karakteristik yang diperoleh bersifat menurun (*inherit*). Item nomor 6 ini adalah konsep evolusi Lamarck yaitu pewarisan yang diperoleh (*inheritance of acquired characteristics*). Lamarck meletakkan prinsip evolusinya, yaitu prinsip digunakan dan tidak digunakan (*use and disuse*).

Dalam prinsip tersebut Lamarck mencontohkannya dengan perubahan yang terjadi pada leher jerapah. Pada awalnya jerapah berleher pendek, karena sering digunakan untuk menggapai daun tanaman yang tinggi, hingga berjalannya waktu, leher jerapah berubah menjadi panjang, dan perubahan ukuran leher jerapah tersebut disebut dengan karakteristik yang diperoleh, yang selanjutnya dapat diwariskan ke generasinya (Rosenberg & McShea, 2008; Solomon, Berg & Martin, 2011; Reece et.al., 2011). Konsep evolusi Lamarck, atau karakteristik yang diperoleh melalui prinsip digunakan dan tidak digunakan tidak bersifat inherit, seperti perubahan otot pada olahragawan, yang mana perubahan otot tersebut tidak diwariskan ke generasinya. Penolakan evolusi Lamarck dilakukan oleh Weisman. Dalam teori plasma benihnya (*germ plasm*), Weismann menyatakan bahwa hanya materi genetik yang dapat diwariskan dari generasi ke generasi (Deichmann & Travis, 2010).

Respon yang diberikan mahasiswa untuk item **nomor 7** (seleksi alam sebagai mekanisme evolusi menghasilkan organisme yang lebih baik), sebanyak 15 mahasiswa menjawab benar dengan masing-masing persentase CRI sebesar 4% (tidak tahu), 4% (menebak), 12% (sangat tidak yakin), 10% (tidak yakin), dan 35 mahasiswa menjawab salah, dan masing-masing persentase CRI sebesar 12% (tidak tahu), 2% (menebak), 16% (sangat tidak yakin), 24% (tidak yakin), 6% (yakin), serta 10% (sangat yakin). Respon yang diberikan mahasiswa untuk item nomor 7 ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi. Evolusi melalui seleksi alam, atau seleksi alam sebagai mekanisme evolusi merupakan suatu prinsip dalam evolusi untuk memprediksikan kehidupan organisme. Meskipun demikian seleksi alam menekankan pada proses adaptasi, tetapi orientasinya tidak untuk menghasilkan organisme yang lebih baik.

Sifat ataupun karakteristik yang dimiliki oleh organisme tidak semuanya dapat diinterpretasi dan inferensikan sebagai sifat atau karakter yang adaptif, karena juga sifat atau karakter tersebut merupakan hasil dari proses adaptasi. Apa yang dinyatakan oleh Lewontin tersebut dapat dipahami bahwa, *pertama*; jika sifat atau karakter yang dimiliki organisme diinterpretasikan sebagai sifat/karakter adaptif, akan sangat bertentangan dengan kenyataan bahwa terdapat organisme tidak dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan. *Kedua*; mutasi sebagai salah satu variabel pengaruh atau faktor yang mempengaruhi sifat atau karakter organisme tidak selalu lebih adaptif dengan organisme yang lain, tetapi kadang bersifat lebih buruk, seperti kasus penyakit.

Pada item **nomor 8** (semua sifat atau karakteristik organisme bersifat adaptif) semua mahasiswa menjawab benar dengan masing-masing persentase CRI, 8% (tidak yakin), 44% (yakin), dan 48% (sangat yakin). Respon mahasiswa ini mengindikasikan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang sifat atau karakteristik dan adaptasi. Seleksi alam sebagai mekanisme evolusi memang menekankan pada adaptasi organisme terhadap lingkungan. Item nomor 8 ini



berkaitan dengan item nomor 4, dan meskipun adaptasi merupakan filter dari proses acak, tetapi tidak semua sifat atau karakteristik organisme bersifat adaptif. Organisme yang dapat beradaptasi akan bertahan hidup dan mewariskan sifat atau karakteristik yang dimilikinya sebagai hasil dari proses adaptasi. Meskipun adaptasi diartikan sebagai proses untuk mengeliminasi proses acak, atau kemampuan organisme untuk mempertahankan dirinya terhadap perubahan lingkungan, tetapi tidak semua sifat atau karakteristik yang dimiliki organisme bersifat demikian, seperti golongan dan warna darah organisme.

Respon mahasiswa terhadap item **nomor 9** (organisme dengan sifat atau karakteristik unggul dapat melakukan reproduksi) sama dengan responnya pada item nomor 8, yakni semua mahasiswa menjawab benar item nomor 9 dengan persentase CRI, 26% (yakin), dan 74% (sangat yakin). Respon mahasiswa ini menunjukkan mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang proses reproduksi pada organisme. Reproduksi merupakan salah satu proses atau mekanisme yang dilakukan organisme untuk memperbanyak dirinya, ataupun mewariskan materi genetiknya ke generasinya. Kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi merupakan potensial biotik yang dimiliki oleh organisme, dengan demikian, untuk melakukan reproduksi tidak harus memiliki sifat atau karakter unggul. Jika potensial biotik atau kemampuan reproduksi tersebut diukur berdasarkan keberhasilan untuk menghasilkan generasi (anak, keturunan), maka tidak semua organisme yang dapat melakukan reproduksi dapat menghasilkan keturunan, hal ini terkait dengan faktor kesuburan (fekunditas). Selain itu, jika diandaikan bahwa organisme A (jantan), dan B (betina) adalah organisme yang memiliki karakteristik unggul, dan kita anggap kedua organisme tersebut berada dalam populasi yang sama, sehingga memungkinkan keduanya bertemu dan melakukan reproduksi, tetapi seleksi alam terjadi pada kedua organisme tersebut yang menyebabkan kematian pada kedua organisme tersebut, sehingga proses reproduksi tidak dapat terjadi pada kedua organisme tersebut. berdasarkan hal ini, dapat dipahami bahwa, *pertama*; proses reproduksi tidak mengacu pada sifat ataupun karakteristik unggul. *Kedua*; keberhasilan reproduksi tidak dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik unggul, melainkan faktor fekunditas, dan *ketiga*; seleksi alam merupakan salah satu faktor yang menghambat terjadinya proses reproduksi antar organisme.

Sebanyak 32 mahasiswa menjawab benar item **nomor 10** (hanyutan/*genetic drift* terjadi pada populasi kecil) dengan masing-masing persentase CRI adalah 14% (tidak tahu), 10% (menebak), 16% (tidak yakin), 16% (yakin), dan 8% (sangat yakin), sedangkan 18 mahasiswa menjawab salah dengan persentase CRI, 10% (tidak tahu), 12% (menebak), 8% (sangat tidak yakin), dan 8% (tidak yakin). Respon ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi. Kumpulan organisme sejenis disebut populasi, dan melalui proses reproduksi, masing-masing anggota populasi memberikan kontribusinya secara genetik dalam populasi tersebut membentuk kumpulan gen (lengkap gen). Secara sederhana istilah hanyutan dapat diartikan hilang atau kehilangan, sehingga hanyutan gen adalah peristiwa hilangnya gen dalam suatu populasi.



SIMPULAN

Proses pembelajaran memiliki dua sisi, *pertama*; dapat menyebabkan miskonsepsi, dan *kedua*; sebagai cara untuk menghilangkan atau mengeliminasi miskonsepsi itu sendiri, dan inilah menjadi inti pembelajaran yang sebenarnya. Berdasarkan hasil penelitian dinyatakan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi tentang evolusi, atau memiliki pemahaman yang rendah tentang evolusi. Hasil penelitian tersebut dijadikan sebagai landasan untuk meneliminasi sekaligus merubah konsepsi mahasiswa yang keliru tentang evolusi melalui proses pembelajaran yang lebih baik, dan tentu juga harus didukung dengan sumberdaya (buku, handout) yang dapat dijadikan sebagai panduan atau pedoman oleh mahasiswa untuk memahami dan menerapkan pemahamannya tentang evolusi.

SARAN

Perlu dilakukan kajian tentang miskonsepsi pada beberapa matakuliah lainnya pada matakuliah biologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Deichmann & Travis. (2010). *Darwinism, Philosophy, and Experimental Biology*. London: Springer.
- Fangerau, Giesler, Halling & Martin. (2013). *Classification and Evolution in Biology, Linguistics and The History of Science*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Gregory. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evo Edu Outreach*.
- Johannsen. (2014). The Genotype Conception of Heredity. *International Journal of Epidemiology*, 43(4) pp. 989-1000.
- Keskin & Kose. (2015). Understanding Adaptation and Natural Selection : Common Misconceptions. *International journal of academic Research in Education*, 1 (2).
- Kose. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal*, 3 (2), 283-293.
- National Academy of Sciences. (2008). *Science, Evolution, and Creationism*. Washington, D.C: The National Academies Press.
- Putri, Rahman & Priyandoko. (2017). Analyzing Concepts Mastery and Misconceptions About Evolution of Biology Major Students. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Reece, Ury, Cain, Wasserman, Minorsky & Jackson. (2011). *Campbell Biology* 9th Ed. London: Pearson Education, Inc.
- Richards. (2010). *The Species Problem: A Philosophical Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.



Rosenberg & McShea. (2008). *Philosophy of Biology: A Contemporary Introduction*. New York: Routledge.

Sarkar & Plutynski. (2008). *A Companion to The Philosophy of Biology*. Singapore: Blackwell Publishing.

Solomon, Berg & Martin. (2011). *Biology* 9th Ed. London: Cengage Learning.

